

移動ロボットにおける遠隔操作システムの障害物検出法に関する研究

Research of Obstacle Detection Method for remote control Robot

○井坂茂愉太*, 小林義和**, 白井健二**

○Moyuta Isaka *, Yoshikazu Kobayashi **, Kenji Shirai **

*日本大学大学院, **日本大学

*Graduate School, Nihon University, **Nihon University

キーワード: 移動ロボット (Mobile Robot), 遠隔制御 (Remote Control),
障害物検出 (Obstacle Detection)

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地

日本大学大学院 工学研究科 情報工学専攻 生産システム工学研究 井坂茂愉太,

Tel.: (024)956-8824, Fax : (024)956-8863, E-mail: moyuta_isaka@ushiwaka.ce.nihon-u.ac.jp

1. 緒言

ロボット技術はその飛躍的な進歩により、医療、福祉、および危険な環境などの分野において利用されている。また、高速インターネットの普及により、短時間で大量の情報通信が可能になった。それにより、遠隔操作ロボットの技術が進展し、様々な分野での活躍が期待されている。ロボットの遠隔操作においては、動作の正確性が重要である。更にロボットが人間や障害物を検出し、その危険を回避させるためのシステムが要求されている。本研究は画像処理により遠隔操作ロボットに障害物を検出させ、それを回避させるためのシステム開発を目的としている。

遠隔操作ロボットは、特殊車輪により全方向移動の可能なロボットに遠隔操作機構を搭載したものを今回は使用した。本システムはロボットに搭載した PTZ(Pan Tilt Zoom) カメラから取得した映像データによりロボットに障害物を認識させる。また、自動停止

する機能を実装している。

2. システム構成

2. 1 遠隔操作システム

本研究で使用している遠隔操作システムの概要を図 1 に示す。本システムは遠隔操作ロボットと操作 PC とから構成されている。遠隔操作ロボットは全方向移動型ロボット、制御用 PC、PTZ カメラから構成されている。操作 PC は遠隔操作 GUI とジョイスティックにより構成されている。制御用 PC は遠隔操作機構を搭載しており、操作 PC との通信には、ソケット通信を用いたクライアント・サーバ方式を使用している。遠隔操作 GUI やジョイスティックの遠隔操作は制御用 PC を介して、全方向移動型ロボット、PTZ カメラに送信することにより行う。また、PTZ カメラからロボット周辺の外部映像は 15fps(frame per second)毎に

更新し、遠隔操作 GUI 上へ映像を表示している。PTZ カメラを用いることにより、左右 100°，上下 60° の視野を取得している。

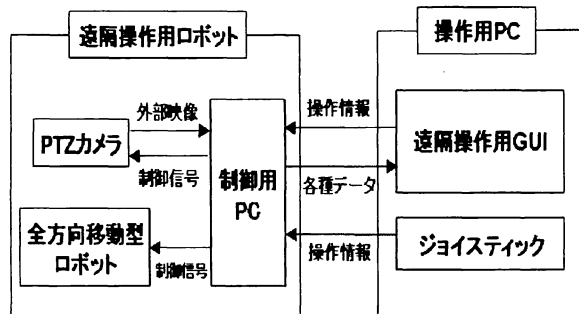


Fig.1 遠隔操作システム

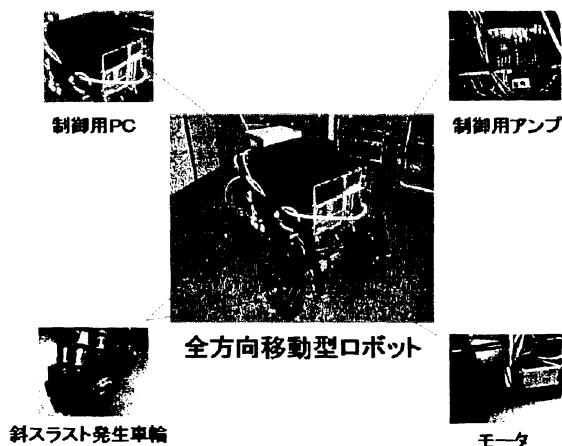


Fig.2 全方向移動型ロボット

2. 2 全方向移動型ロボット

図 2 に今回対象としている全方向移動型ロボットを示す。本ロボットは搭載されているパーソナルコンピュータ(PC)によって制御される。また、特殊車輪を用いた四輪駆動方式を採用しており、各車輪にモータと制御用アンプが取り付けられている。ロボットの制御は PC からの信号を電圧発生装置を介して電圧に変換し、モータに印加することで可能となる。特殊車輪は、斜スラスト発生車輪を使用している。この車輪は Mecanum Wheel

方式であり、直径 250mm の大車輪に直径 10mm の小車輪が 45° 傾けて取り付けられている。回転により斜め方向に速度ベクトルを発生する特徴を持ち、推進力は各車輪で発生する速度ベクトルの和となる。これにより 8 方向への移動と左右への旋回が可能となる。

3. 操作 GUI

遠隔操作ロボットをネットワーク上の PC から操作する際に使用する遠隔操作 GUI の概観を図 3 に示す。本 GUI はロボット周辺の映像、3次元マップによる位置の二つの表示機能を有している。また、ウィンドウ左下部にロボットの移動状況、操作 PC とロボットの通信状態の表示を行っている。右下部では映像表示機能に使用している PTZ カメラの方向、倍率の操作を行う。

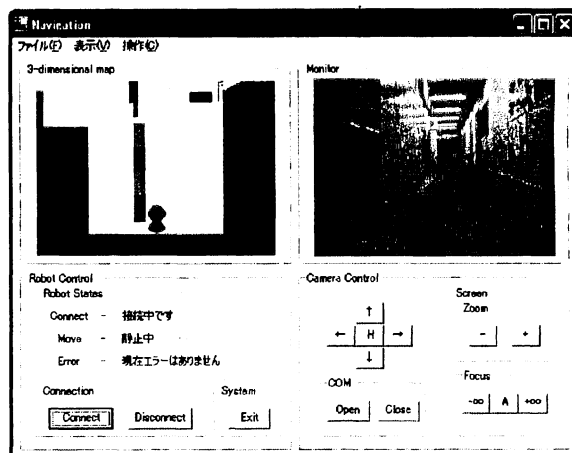


Fig.3 遠隔操作 GUI

4. ロボット周辺の映像表示機能

操作 GUI に PTZ カメラからの映像を表示させる機能の流れを図 4 に示す。映像を表示させる手順として、まず、PTZ カメラから取得したロボット周辺の映像データは、制

御用PCのキャプチャボードを介して取得する。次に、そのデータにおける1画面ごとの画像データを一度BMPファイルに保存する。その後、そのファイルをJPEGファイルに圧縮し、操作用PCに転送する。最後に操作用PCのバッファに格納されたデータを参照することにより映像を表示する。

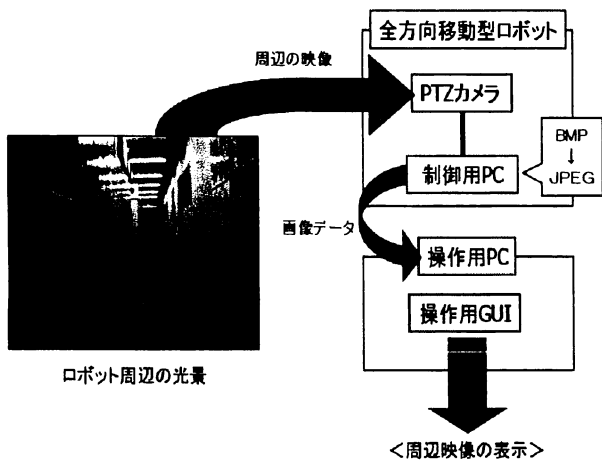


Fig.4 ロボット周辺映像表示の流れ

5. 障害物検出機能

5. 1 画像処理による障害物検出

操作者が視覚的に障害物を認識するために、操作用GUI上にPTZカメラから取得した周辺映像を表示されている。しかしながら、ネットワークを介して操作するために遅延が発生してしまい、GUI上に表示される映像と実際のロボット周辺の環境が常に同一とは限らない。

そこで、遠隔操作ロボット側にPTZカメラから取り込んだ画像を用いて障害物を検出させ、自動停止させる機能を追加した。画像処理手法は突発的にロボット前方に現れる障害物には、フレーム間差分法を用いる。これは、観測している現画像とその直前の画像を比較することにより移動物体を検出する手法である。しかしながら、この方法で検出できる障害物は移動物体に限られる。そこ

で、静止している障害物に対しては予め読み込んだ特徴パターンを認識させる haar-like 特徴検出法を用いた。

5. 2 フレーム間差分法による検出

フレーム間差分法により移動物体を検出した結果を図5に示す。この例では、移動物体として検出されているのは人物である。本手法では画面外から突発的に現れる移動物体を検出することが可能となった。検出手順としては現画像、現画像の1秒前の画像をグレースケールに変換する。そして1秒前の画像との差分画像を検出する。最後に検出した2つの差分画像をそれぞれ合成することにより、移動物体を検出することができる。しかし、フレーム間差分法は、検出すべき物体が静止すると、その物体は検出できない。

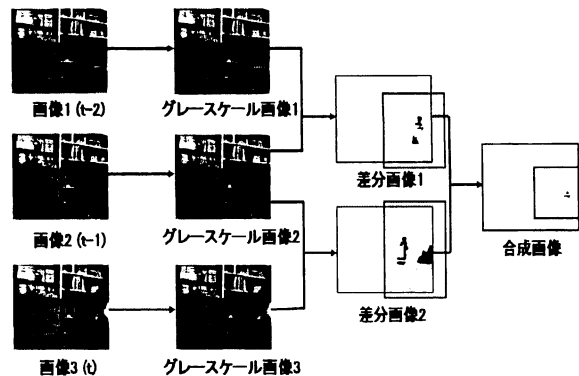


Fig.5 移動物体の検出結果

5. 3 haar-like 特徴検出法による検出

フレーム間差分法の問題点を解決する方法として、haar-like 特徴検出法を用いた。本手法は黒と白の2種類の haar 型特徴を組み合わせたパターンを、検出対象となる物体の明度値で検出する手法である。haar-like 特徴パターン例を図6に示す。検出手順としては、フレーム間差分法と同様に1秒毎に画像をグレースケールに変換する。そして、1フレーム内に予め読み込んだ haar 型特徴パタ

ーンのある箇所を検出する。haar-like 特徴検出法を用いた人間の顔面検出結果を図7に示す。haar-like 特徴を検出した箇所を判別し易くするために、青枠を検出箇所に表示させている。図7の左側は、haar-like 特徴を検出した結果である。このように、フレーム間差分法では検出できない静止状態の人間を検出できた。しかし、図7の右側に示す画像の様に、正面の顔全体がフレームに入りきらない場合は検出できない。



Fig.6 haar 型特徴パターン

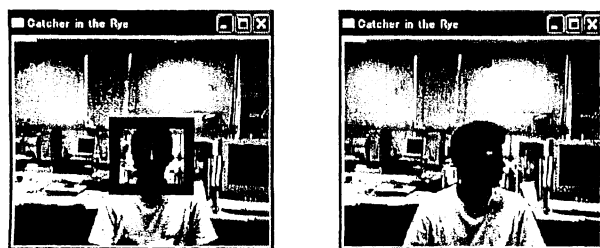


Fig.7 haar-like 特徴検出結果

6. 結言

6. 1 結論

遠隔操作ロボットにおける障害物検出システムの開発を行い、以下の結論を得た。

- (1) ロボット前方に突発的に現れる障害物はフレーム間差分法により検出した。
- (2) フレーム間差分法では検出できない静止している障害物は、haar-like 特徴検出法により検出した。
- (3) ロボットの制御用 PC に内蔵している画像処理によって障害物を検出後、停止する機能を実装した。

6. 2 今後の課題

- (1) 対象物の正面がフレームに納まっていない場合でも、対象領域を検出させる手法の検討。
- (2) レーザ距離測定器等を導入し、ロボットに接近した障害物を、センサにより検出する機能の追加

参考文献

- 1) 桐生彰, 小林義和, 白井健二: 全方向移動電動車椅子用シミュレータの開発と動作解析, 精密工学会学術講演会公演論文集, vol. 2003S(2003) pp. 561-561
- 2) 梅原昭久, 小林義和, 白井健二: 移動ロボットを対象とした遠隔操作シミュレーション・システムの開発, 2006 年度精密工学会秋季学術講演会講演論文集, pp. 497-498, 2006. 9